PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

2002-076518

(43) Date of publication of application: 15.03.2002

(51)Int.Cl.

H01S 5/323 H01L 21/205

(21)Application number : 2000-260722

(71)Applicant: SONY CORP

(22)Date of filing:

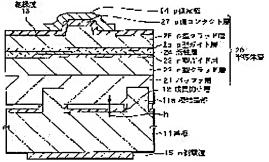
30.08.2000

(72)Inventor: TAKEYA MOTONOBU

(54) SEMICONDUCTOR LASER, SEMICONDUCTOR DEVICE AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor laser, a semiconductor device and a production method therefor, with which a dislocation density is reduced and the characteristics of the device can be improved. SOLUTION: A semiconductor layer 20 composed of a nitride III-V compound semiconductor is laminated on a substrate 11 composed of n-type GaN. On the substrate 11, a projecting species crystal part 11a is formed and a growth suppressing layer 12 having an opening is provided corresponding to the species crystal part 11a. The semiconductor layer 20 is grown on the basis of the species crystal part 11a and has the lateral growing area of low dislocation density. When the current injecting area of an active layer 24 is provided corresponding to this lateral growing area, light emission efficiency can be improved. Further, when the growth suppressing layer 12 has an ability for reflecting or absorbing light generated on the semiconductor layer 20, the entrance of light leaked from the side of the substrate 11 or stray light can be prevented and the generation of noise can be suppressed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国格群庁 (JP)

許公報(A) 公開特 (12)

特開2002-76518 (11)特許出廣公開番号

(P2002-76518A)

(43)公园日 平成14年3月15日(2002.3.15)

,,,			
FI	H01S 5/323	H01L 21/205	
裁別記号			
	5/323	21/205	
(51) Int Cl.	H01S	H01L	

5F045 5F073

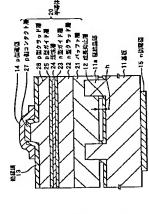
10 萬 쇈 OL 審査請求 未請求 請求項の数10

(71) 出頭人 000002185	ソニー株式会社・サンチョンの第20日		(72)発明者 竹谷 元伸	宮城県白石市白鳥三丁目53番地の2 ソニ	一白石セミコンダクタ株式会社内	(74)代理人 100098785	井理士 藤島 洋一郎	Fターム(参考) 5F045 AA04 AB14 AB17 AC08 AC12	AC19 AF04 AF14 BB12 CA12	DA53 DB02 DB04	5F073 AA11 AA13 AA45 AA51 AA83	CA07 DA05 DA07 DA25 DA35	EA27 EA29	
特国2000-260722(P2000-260722) (71	NO COUNTY INCOME.	平成12年8月30日(2000.8.30)	(72			45) <u>(</u> 44								
(21) 出版番号		(22) 出版用												

[54] 【発明の名称】 半導体レーザおよび半導体茶子並びにそれらの製造方法

【課題】 転位密度を低減し、茶子の特性を向上させる ことができる半導体レーザおよび半導体素子並びにそれ らの製造方法を提供する。

されている。 基板11には突状の種結晶部11aが形成 Ⅰ Ⅰ Ⅰ -V 族化合物半導体よりなる半導体層20が積層 **詰品加11aを基礎として成長し、転位密度が低い横方** て活性層24の電流注入領域を設けるようにすれば、発 2に半導体層20で発生した光を反射または吸収する機 能を持たせるようにすれば、基板11側からの光の端れ および迷光の進入を防止することができ、ノイズの発生 【解決手段】 n型GaNよりなる基板11に窒化物系 されるとと共に、種結晶部11aに対応して関口を有す る成長抑止層12が設けられている。半導体層20は種 向成長領域を有している。この横方向成長領域に対応し 光効率を向上させることができる。また、成長抑止層1 を抑制することができる。



晶部を基礎として成長し、前記基板に積屑された半導体 窒化物系ⅠⅠⅠ一Ⅴ族化合物半導体よりなり、前記種結 【請求項1】 変化物系111-V族化合物よりなり、 突状の種結晶部を有する基板と テーヤント*(参考)

前記基板と前記半導体層との間に設けられ、前記種結晶 部に対応して関ロを有する成長抑止層とを備えたことを 特徴とする半導体レーザ。

【請求項2】 前記半導体層と前記成長抑止層との間に 罚隊を有することを特徴とする請求項1記載の半導体レ 【請求項3】 前記成長加止層は、前記半導体層で発生 した光を反射または吸収する機能を有することを特徴と する請求項1記載の半導体レーザ。

電流注入領域を有することを特徴とする請求項1記載の ことにより形成された横方向成長領域を含み、前記活性 に、前記半導体層の積層方向とは異なる方向に成長する 層は、前記横方向成長領域に対応して電流が注入される 【請求項4】 前記半導体層は、活性層を有すると共

【請求項5】 前記半導体層は、前記半導体層の積層方 向とは異なる方向に成長することにより形成された会合 部を含み、前記活性層は、前記横方向成長領域のうち前 入領域を有することを特徴とする請求項4記載の半導体 配種結晶部と前記会合語との間の領域に対応して電流注

「請求項6】 窒化物系111−V族化合物よりなり、 突状の種結晶部を有する基板と

窒化物系ⅠⅠⅠ一V族化合物半導体よりなり、前記種結 晶部を基礎として成長し、前記基板に積層された半導体

30

部に対応して関ロを有する成長抑止層とを備えたことを 前記基板と前記半導体層との間に設けられ、前記種結晶 特徴とする半導体素子。

【請求項7】 窒化物系111-V肽化合物よりなる基 坂に、突状の種結晶部を離開させて複数形成する工程

層を形成する工程と、基板の上に、種結晶部を基礎とし て窒化物系111-V族化合物半導体よりなる半導体局 を成長させる工程とを含むことを特徴とする半導体レー 基板の上に、種結晶部に対応して閉口を有する成長抑止

40

なってしまい、半導体素子の光学的あるいは電気的特性

が損なわれてしまう。

させると共に、活性層に電流が注入される電流注入領域 き、種結晶部の離間領域に対応して形成することを特徴 【請求項8】 半導体層として少なくとも活性層を成長 とする請求項7記載の半導体レーザの製造方法。 ザの製造方法。

の間の領域に対応して形成することを特徴とする請求項 【請求項9】 活性層に電流が注入される電流注入領域 を、種結晶部とその配列方向における離別領域の中心と

ପ

特開2002-76518

-

8記載の半導体レーザの製造方法。

[特許請求の範囲]

基板に、突状の種結晶部を艦間させて複数形成する工程 盗化物系111−V族化合物よりなる [請求項10]

基板の上に、種結晶部に対応して関ロを有する成長抑止 悩を形成する工程と、 **拡板の上に、種結晶部を基礎として窒化物系ⅠⅠⅠ−V 族化合物半導体よりなる半導体層を成長させる工程とを** 含むことを特徴とする半導体素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

9

[0000]

V族化合物よりなる基板と、この基板を基礎として成長 させた窒化物系111-V 趺化合物半導体よりなる半導 **体層とを備えた半導体レーザおよび半導体素子並びにそ** [発明の属する技術分野] 本発明は、窒化物系111ー れらの製造方法に関する。

[0002]

直接遷移の半導体材料であると共に、禁制帯幅が1.9 eV~6.2eVにわたっているという特徴を有してい る。従って、これらの窒化物系 1 1 1 - V 族化合物半導 体は、可視領域から紫外領域までの発光を得ることがで 【従来の技術】GaN, AIGaN淀晶あるいはGaI き、半導体レーザ(laser diode;LD) あるいは発光ダ n N混晶などの窒化物系 I I I -V 族化合物半導体は、

20

イオード (light emitting diode; LED) などの半導 12、蛮化物系111-V族化合物半導体は、鱼和電子連 度および破壊電界が大きいことから、電子茶子を構成す **体発光素子を構成する材料として注目されている。更** る材料としても注目されている。

発生すると、欠陥部分が電子と正孔とが再結合しても発 よりなる成長用基体の上に気相成長法を用いて窒化物系 物半導体の層中には歪みを緩和するために転位などの格 【0003】これらの半導体茶子は、従来、サファイア (a-A11 O3) あるいは反化ケイ素 (SiC) など ⅠⅠⅠ − ∇ 族化合物半導体の隔を成長させることにより **製造されていた。しかし、サファイアあるいは炭化ケイ** 汞と窒化物系ΙΙΙ-∇族化合物半導体とでは格子不整 や熱膨張係数の差が大きく、窒化物系III-V 族化合 子欠陥が発生してしまっていた。このように格子欠陥が 光しない非発光再結合の中心あるいは電流リーク箇所と

例えば、サファイアなどよりなる成長用基体の上に成長 れる。この盗化物系1111-V族化合物よりなる基板を 用いるようにすれば、上述した問題を解決することがで きると共に、サファイアの基板に比べて優れた熱伝導性 [0004] そこで、近年においては、窒化物系111 -V族化合物よりなる基板を用いることが検討されてい させたのち、成長用基体から分離することにより製造さ 5。この盆化物系 I I I - V 族化合物よりなる基板は、

20

ල

€

特開2002-76518

ることができ、高密度実装が可能となるという利点もあ を得ることができるので、駆動時に発生する熱を効果的 に放散することができという利点がある。更に、不純物 **電極を設けることができるので、素子の面積を小さくす** を添加して導電性を持たせるようにすれば基板の裏面に

[0005]

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、窒化物 アなどよりなる成長用基体の上に成長させることにより 系III-V族化合物よりなる基板は、例えばサファイ 製造されるので、転位密度が1×10g cm-2~1×1 基板の上に成長させる窒化物系ⅠⅠⅠ一Ⅴ族化合物半導 体の層についても転位密度が高くなってしまい、素子特 011 c m-1程度と高いという問題があった。そのため、 性を向上させることができなかった。

上させることができる半導体レーザおよび半導体素子並 [0006] 本発明はかかる問題点に鑑みてなされたも ので、その目的は、転位密度を低減し、素子の特性を向 びにそれらの製造方法を提供することにある。 20

ザは、窒化物系ⅠⅠⅠ一V族化合物よりなり、突状の種 導体よりなり、種結晶部を基礎として成長し、基板に積 れ、種結晶部に対応して関ロを有する成長抑止層とを備 結晶部を有する基板と、窒化物系ⅠⅠⅠ一Ⅴ族化合物半 【戦闘を解決するための手段】本発明による半導体レー 層された半導体層と、基板と半導体層との間に設けら えたものである。

と、盆化物系III-V族化合物半導体よりなり、種結 窒化物系III-V 族化合物よりなる基板に、突状の種 II-V族化合物半導体よりなる半導体層を成長させる 【0008】本発明による半導体案子は、窒化物系11 Ⅰ −∇ 族化合物よりなり、突状の種結晶部を有する基板 工程と、基板の上に、種結晶部を基礎として窒化物系1 と、基板と半導体層との間に設けられ、種結晶部に対応 **種結晶部に対応して開口を有する成長抑止層を形成する 晶部を基礎として成長し、基板に積層された半導体層** 【0009】本発明による半導体レーザの製造方法は、 **福昌部を篠間させて複数形成する工程と、基板の上に、** して閉口を有する成長抑止層とを備えたものである。 工程とを含むものである。

【0010】本発明による半導体素子の製造方法は、窒 化物系I IIーV 族化合物よりなる基板に、突状の種結 晶部を離聞させて複数形成する工程と、基板の上に、種 結晶部に対応して開口を有する成長抑止層を形成する工 程と、基板の上に、種結晶部を基礎として窒化物系11 I -V族化合物半導体よりなる半導体層を成長させる工 程とを含むものである。

【0011】 本発明による半導体レーザおよび半導体素 子では、基板の種結晶部を基礎として半導体層が成長さ れているので、半導体層の転位密度が低減される。

【0012】本発明による半導体レーザの製造方法また は半導体素子の製造方法では、基板に離開して複数の種 **钴晶部が形成され、この種結晶部に対応して関ロを有す** る成長抑止層が形成されたのち、種結晶部を基礎として 半導体層が成長する。よって、転位密度の低い半導体層

[0013]

[発明の実施の形態] 以下、本発明の実施の形態につい て、図面を参照して詳細に説明する。

る。この半導体レーザは、窒化物系111-V族化合物 【0014】図1は、本発明の一実施の形態に係る半導 体来子としての半導体レーザの断面構造を表すものであ よりなる基板10と、この基板10の一面側に積層され た窒化物系111-V族化合物半導体よりなる半導体層 20とを備えている。なお、ここで窒化物系111-V とも1種と短周期型周期表における5B族元素のうちの は、短周期型周期表における3B族元素のうちの少なく 少なくとも窒素とを含む化合物または化合物半導体のこ 族化合物または窒化物系 1 1 1 - V 族化合物半導体と

【0015】基板11は、例えば、半導体層20の積層 方向における厚さ(以下、単に厚さという。)が250 umであり、n型不純物としてケイ琛(Si)を添加し たn型GaNにより構成されている。 基板110一面側 には、突状の種結晶部11gが形成されている。この種 結晶部11aは、例えば、帯状に延長 (図1においては 紙面に対して垂直な方向に延長)され、ストライプ状に **雑間して複数配置されている。種結晶部11gは、例え** ば、基板11の {0001} 面に形成されており、外1 または外2に示した方向に延長されている。

30

< 1100 >

[外2]

< 1120 >

して垂直な方向) におけるパッファ層21との境界面の 幅は、例えば1.5μm~6μmの範囲内であることが 好ましく、2μm以上5μm以下の範囲内であればより 0μm以上であればより好ましい。離間距離が短いと製 【0017】種結晶部11aの配列方向(延長方向に対 好ましい。 幅が狭いと製造時においてバッファ層21が **図籍しやすくなり、 値が広いとバッファ脳21の結晶軸** に揺らぎが生じやすいからである。種結晶部 1 1 a の離 間距離は、例えば9μm以上であることが好ましく、1 造時においてマスク合わせの際などにプロセスマージン が狭くなり、生産性が低下するからである。種結晶部1 1 a の高さは例えば1 μ m~3 μ m である。1 μ m より も低いと後述する成長抑止層12と半導体層20の間に 40 20

間隙を確保することが難しく、3 μmよりも高いと半導 体屋20の結晶軸が描いにくくなるからである。

するためのものである。成長抑止層12は、例えば誘電 けられている。成長抑止層12は、基板11の種結晶部 11aを基礎として半導体層20を成長させ、種結晶部 【0018】基板11と半導体層20との間には、種結 **品部11gに対応して関ロを有する成長抑止層12が設** 11aの離間領域から半導体層20が成長しないように 体により構成されており、具体的には、二酸化ケイ素

(SiO2), 塗化ケイ素 (Si3 N4), 二酸化チタ 103) などの単層膜、またはこれらのうちの2種以上 ン (TiO2) あるいは酸化アルミニウム (Al を用いた積層膜により構成される。

ンタクト層27までの半導体層20に伝播されているこ

とが多い。

のを防止するためである。成長抑止層12の種結晶部1 の織団領域のみでなく、種結晶部11aに沿ってその根 1 aに沿った立ち上がり部分の高さhは、例えば、10 n m以上であることが好ましい。10 n m未満では半導 体層20と成長抑止層12との接触を効果的に防止する 【0019】成長抑制層12は、また、極結晶部11a 元部分を覆い、半導体層20と成長抑制層12との間に **関隊が生じるようになっていることが好ましい。種結晶** 部11aを基礎として半導体層20を成長させる際に半 単体層20が基板11と接触して欠陥が発生してしまう ことができないからである。

【0020】成長抑止層12は、更に、半導体層20に ることが好ましい。半導体層20において発生した光が ジなどの収納されて用いられる場合に、パッケージ内で 反射された迷光が基板11側から進入するのを抑制する ことができるからである。なお、このような機能は、上 おいて発生した光を反射または吸収する機能を有してい 活性層24, p型ガイド層25, p型クラッド層26お 【0022】パッファ暦21は、例えば、厚さが0.0 4 mmであり、n型不純物としてケイ素が添加されたn 1aの側壁面を基礎として半導体層20の積層方向とは の横方向成長領域というのは、具体的には、半導体層2 0の積層方向に対して垂直な方向への成長成分を有する [0021] 半導体層20は、基板11の種結晶部11 aを基礎として成長されており、基板11の側からパッ 異なる方向に成長した做方向成長領域を有している。こ 基板11頃から漏れるのを抑制できると共に、パッケー は、種結晶部11aの韓間領域に対応して、種結晶部1 述した材料より成長抑止層12を構成しても得られる。 ファ層21, n型クラッド層22, n型ガイド層23, よびp側コンタクト層27がこの頃に積層されている。 型GaNにより構成されている。このバッファ届21

層21の上に積層されているn型クラッド層22からp 【0023】この横方向成長領域は、図2に示したよう く、転位密度が低くなっている。これにより、バッファ に、種結晶部11aからの貫通転位Mi が伝播しにく

側コンタクト層27までの半導体層20についても、横 方向成長領域に対応する部分の転位密度が、例えば1× 106 cm-2以下と低くなっている。これに対して、バ ッファ層21のうち福結晶部11aに対応する領域に

る。このバッファ層21は、また、横方向成長領域のほ は、種結晶部11aからの貫通転位Miが伝播されてい ぼ中心部に積層方向とは異なる方向に成長した結晶同士 り、会合部Bには会合により発生した貫通転位M2が存 在している。なお、この其通転位Mo は、バッファ層2 1の上に積層されているn型クラッド層22からp側コ が会合することにより形成された会合部Bを有してお 2

umであり、n型不純物としてケイ素を添加したn型A IGaN混晶により構成されている。n型ガイド陸23 は、例えば、厚さが0.1μmであり、n型不純物とし [0025] 活性層24は、例えば、厚さが30nmで この活性層16は、電流が注入される電流注入領域を有 [0024] n型クラッド層22は、例えば、厚さが1 あり、組成の異なるGax Int-xN (但し、1≧x≧ 0) 混晶層を積層した多重量子井戸構造を有している。 てケイ素を添加したn型GaNにより構成されている。 しており、電流注入領域は発光領域として機能する。

を添加したp型GaNにより構成されている。p型クラ ッド塔26は、例えば、厚さが0.8μmであり、p型 不純物としてマグネシウムを添加した p型A1GaN混 品により構成されている。p 伽コンタクト層27は、例 えば、厚さが0.5μmであり、p型不純物としてマグ p側コンタクト層27およびp型クラッド層26の一部 は、細い帯状(図1においては紙面に対して垂直方向に 延長された帯状)とされており、電流狭窄部を構成して 1 mmであり、p型不純物としてマグネシウム (Mg) 【0026】p型ガイド層25は、例えば、厚さが0. ネシウムを添加したp型GaNにより構成されている。

33

【0027】この電道狭窄部は、活性層24に電流が注 入される電流注入領域を制限するためのものであり、活 **在超24のうち亀浦狭裕部に対応した部分が亀浦注入領** 域となり、発光領域となっている。従って、菜子特性の 劣化を防止し、向上させるためには、電流注入領域(す なわち、電流狭窄部)が転位密度の低い横方向成長領域 に対応して形成されていることが好ましい。但し、結晶 の会合部Bには黄通転位M2 (図2参照)が存在するの で、種結晶部11aと会合部Bとの間の領域に対応して 電流注入領域が設けられていればより好ましい。

[0028] なお、半導体層20の厚さが厚くなるに従 って、 英道転位Mi は極結晶部11aの活性暦24側の 境界面における端部Cから配列方向にΔL1だけ状がっ て伝指する傾向にあり、黄通転位M2 は会合部Bから配 列方向に Δ L2 だけ拡がって伝指する傾向にある。その

30

特開2002-76518

て、発光領域に貫通転位MI, M2が入り込む可能性を より低くし、十分な業子特性を得るためには、種結晶部 11aの活性層24側の境界面における端部にから配列 ため、種結晶部11aおよび会合部Bの近傍では、貫通 転位Mi , Mz が伝播してしまうおそれがある。よっ

方向に△L・以上離れ、かつ会合部Bから配列方向に△ L2 以上離れた領域内に対応して電流注入領域を設ける

ようにすることが好ましい。

【0029】 ちなみに、貫通転位M1, M2 の拡がり∆ 21, n型クラッド層22, n型ガイド層23, 活性層 24, p型ガイド層25, p型クラッド層26およびp 側コンタクト層27の厚さの合計を t1 とし、種結晶部 11aのうちパッファ層21に対応する部分の厚さをt (t1 - t2) /20と近似され、貫通転位M2の拡が 例えば、種結晶部11aの離間領域におけるパッファ層 2 とすると、貫通転位Miの並がりALiは、ALi= L1, AL2 は半導体層20の厚さと比例関係にある。 9 d L2 は、 d L2 = t1 /20となる。

界面における端部のからの配列方向における距離および るので好ましい。GaN結晶中の少数キャリアの拡散長 ャリアが拡散する拡散領域についても転位密度を低くす 配列方向に A L 1 + O . 9 3 (μm) 以上離れ、かつ会 [0030] また、種結晶部11aの活性層24側の境 会合部Bからの配列方向における距離が、共に0.93 うにすれば、茶子特性をより一層向上させることができ は0.93μmであり、ここで用いる窒化物系111-V族化合物半導体の結晶中における拡散長についても同 ることができるからである。更に、種結晶部11aから 合部Bから配列方向にAL2 +0.93(μm)以上離 れた領域内に発光領域を設けるようにすれば、更に拡散 領域における転位密度を低くすることができるので好ま um以上である領域内に対応して注入領域を形成するよ 程度であると考えられるので、電流注入領域から小数キ

パラジウム (Pd), 白金 (Pt) および金 (Au) が 側電極14が形成されている。p側電極14は、例えば 順次積層された構造を有しており、p側コンタクト層2 側、すなわち半導体層20の反対側には、n側電極15 i) およびアルミニウム (A1) を順次積層して熱処理 により合金化した構造を有しており、基板11と電気的 この絶録膜13にはp側コンタクト層27に対応して開 ロが設けられており、p側コンタクト層27の上にはp が設けられている。n 側電極15は、例えばチタン(T 【0031】半導体層20の上には、例えば二酸化ケイ 素 (SiO1)よりなる絶縁膜13が形成されている。 7と電気的に接続されている。一方、基板11の他面 に接続されている。

面が共板路端面となっており、この一対の共板路端面に 【0032】また、この半導体レーザでは、例えばp側 コンタクト層27の長さ方向において対向する一対の倒

が高反射率となるようにそれぞれ調整されている。これ 膜の間を往復して増幅され、低反射率側の反射鏡膜から これら一対の反射鏡膜は、一方が低反射率となり、他方 により、活性層24において発生した光は一対の反射鏡 図示しない一対の反射鏡膜がそれぞれ形成されている。 ワーザビームとして出射するようになっている。

【0033】この半導体レーザは、例えば次のようにし て製造することができる。

ば、厚さ250μmのn型GaNよりなる基板11を用 【0034】まず、図3 (A) に示したように、例え

9

ハイドライド(水素化物)が反応もしくは原料ガスの輸 イド気相成長法あるいはハライド気相成長法により成長 ことができる。ちなみに、ハイドライド気相成長法とは 送に寄与する気相成長法のことであり、ハライド気相成 ば、サファイアなどよりなる成長用基体の上にハイドラ させたのち、成長用基体と分離することにより形成する 及法とはハライド (ハロゲン化物) が反応もしくは原料 意する。なお、この基板11は、図示しないが、例え ガスの輸送に寄与する気相成長法のことである。

N4) あるいは二酸化ケイ素 (SiO2) よりなるマス ク層31を形成する。なお、このマスク層31は、例え ば蛮化ケイ素膜と二酸化ケイ素膜との積層構造としても 1] 固) に、CVD (Chemical VaporDeposition) 法 により、厚さ0.3 um~1 umの窒化ケイ素 (Si3 [0035] 次いで、基板11の上(例えば {000

の方向に延長された複数のストライプ状のパターンを形 ク層31の上に例えば厚さ2μm~5μmのフォトレジ スト膜32を成膜し、例えば、上述した外1または外2 成する。このフォトレジスト膜32およびマスク層31 を形成するためのものである。フォトレジスト膜32の に、フォトレジスト膜32をマスクとして例えばウエッ **【0036】続いて、図3 (B) に示したように、マス** は、基板11を選択的にエッチングして種結晶部11a パターン形成を行ったのち、図3 (C) に示したよう トエッチングを行い、マスク暦31を選択的に除去す

【0037】フォトレジスト膜32を除去したのち、図 3 (D) に示したように、例えばエッチングガスに塩茶 ガス (C 12)を用いた反応性イオンエッチング (Reac **利用して基板11を選択的に除去する。これにより、基** 仮11に突状の種結晶部11aを離間させて複数形成す tivelon Etching; RIE) 法により、マスク層31を る。そののち、フォトレジスト膜32を除去する。

膜したのち、図4 (B) に示したように、基板11の上 こより成長抑止層12を成膜する。成長抑止層12を成 にフォトレジスト膜33を塗布する。そののち、フォト (A) に示したように、基板11の上に例えばCVD法 【0038】種結晶部11aを形成したのち、図4

レジスト膜33を露光し、図4 (C) に示したように、

20

抑止層12の表面が露出しかつ種結晶部11aの離間質 オトレジスト膜33を選択的に除去する。その際、光量 あるいは露光時間を調節することによりフォトレジスト 膜33の膜耳を制御し、種結晶部11aに対応する成長 域に対応する成長抑止層12の表面は露出しない程度の 膜厚、例えば1 mm未満の膜厚でフォトレジスト膜33 が残るようにする。

れる分を含めて十分な厚さとすることが好ましい。その のち、図5 (A) に示したように、フォトレジスト膜3 3をマスクとして例えばウエットエッチングを行い、 成 1 a に対応させて関ロを形成する。関ロを形成する際に 【0039】フォトレジスト膜33を選択的に除去した 長抑止層12を選択的に除去すると共に、マスク層31 を除去する。これにより、成長抑止層12に種結晶部1 は、構成の欄でも説明したように、成長抑止層12が種 結晶部11aに沿って根元を覆う立ち上がり部分を残す なるので、フォトレジスト膜33の厚さはエッチングさ は、フォトレジスト膜33も一部除去されて厚さが薄く ようにすることが好ましい。なお、このエッチングで のち、フォトレジスト膜33を除去する。

【0040】フォトレジスト膜33を除去したのち、図 **側壁面から積層方向とは異なる方向に成長した結晶同士** Organic Chemical Vapor Deposition)法により種結晶 部11aを基礎としてn型GaNよりなるバッファ唇2 1を成長させる。このとき、バッファ層21は、種結晶 部11aの上面および側壁面から結晶成長し、積層方向 に対して垂直な方向にも成長する。一定時間経過すると 5 (B) に示したように、例えば、MOCVD (Metal が会合し、成長面が実質的に平坦となる。

が伝播されるものの、それ以外の横方向成長領域に対応 向に屈曲するのでほとんど伝播されず、パッファ層21 【0041】これにより、バッファ層21のうち種結晶 する部分には種結晶部11aからの黄通転位Mi が横方 部11aに対応する領域には貫通転位Mr (図2参照) の貫通転位密度が低減される。

6 μm/hよりも速く成長させると、バッファ層21の 結晶軸に揺らぎが大きくなると共に、種結晶加11aを 基礎として積層方向とは異なる方向に成長した結晶同士 なくなり、良好な結晶が得られるが、2 μm/hよりも しい。4ヵm/h以下とすれば結晶軸の描らぎがより少 り、あるいは平坦な成長面が得られないという不具合が 生じるからである。また、成長速度を4μm/h以下と すればより好ましく、2um/h以上とすれば更に好ま は、成長速度を6μm/h以下とすることが好ましい。 小さいと表面が荒れてしまうおそれがあるからである。 [0042] なお、パッファ層21を成長させる際に が会同し、成長面が平坦になるまでに長時間を要した

てパッファ層 21が成長抑止層 12に接触して欠陥が発 生したり、結晶軸に揺らぎが生じてしまうことが防止さ れる。成長抑止層12に立ち上がり部分が設けられない 場合には、積層方向とは異なる方向に成長した結晶同士 が会合せず、実質的に平坦な面が得られないおそれもあ る。種結晶部11aからの成長は、積層方向に対して垂 近な方向ではなく、それよりも若干成長抑止層12億に 進行する場合があるが、成長抑止層12の立ち上がり部 分の高さ hを 10 n m以上とすることにより、バッファ ち上がり部分を有しているので、横方向成長領域におい 園21と成長抑止層12との接触が効果的に防止され 【0044】 バッファ層21を成長させたのち、バッフ ア層21の上に、例えば、MOCVD法により、n型A IGaN混晶よりなるn型クラッド層22, n型GaN よりなるn型ガイド層23,不純物を添加しないundope -GaInN混晶よりなる活性層24、p型GaNより なるp型ガイド層25,p型A1GaN混晶よりなるp 型クラッド層26およびp型GaNよりなるp側コンタ クト層27を順次成長させる。

[0045] なお、MOCVDを行う際に、ガリウムの 原料ガスとしては例えばトリメチルガリウム ((C

Ha) a G a)、アルミニウムの原料ガスとしては例え ばトリメチルアルミニウム ((CH3) 3 A1)、イン ジウムの原料ガスとしては例えばトリメチルインジウム ((CII3) 3 1 n)、 窒素の原料ガスとしては例えば アンモニア(NH3)をそれぞれ用いる。また、ケイ素 の原料ガスとしては例えばモノシラン(SiH4) を用 い、マグネシウムの原料ガスとしては例えばピス=シク ロペンタジエニルマグネシウム ((Cs Hs) 1 Mg) を用いる。

図6に示したように、p側コンタクト層27の上に図示 しないマスクを形成し、このマスクを利用してり側コン タクト層27およびp型クラッド層26の一部を選択的 にエッチングする。これにより、p型クラッド層26の 上部およびp 側コンタクト屋 5.7 を細い帯状とし、電流 【0046】 p側コンタクト層27を成長させたのち、 **吹窄部を形成する。**

ので、電流狭窄部を僅結晶部11aとその離間領域の配 【0047】その際、電流狭窄部を極結晶部11aの鍵 間領域に対応して設け、活性層24の電流注入領域をそ また、種結晶部11aの配列方向における中心部に位置 する会合部Bには黄道転位M2 (図2参照)が存在する 列方向における中心との間の領域に対応して設け、活性 **¥24の電流注入領域をその領域に形成するようにすれ** の領域に対応して形成するようにすることが好ましい。 ばより好ましい。 40

[0048] 更に、上述したように、極結晶即11aの 活性層24側の境界面における端部CからΔL1 だけ離 れ、かつ極結晶部11aの韓間領域の配列方向における

20

部11aの根元部分を覆い、種結晶部11aに沿った立

【0043】また、ここでは、成長抑止層12が種結晶

【0049】電流狭窄部を形成したのち、p型クラッド 届26およびp回コンタクト届27の上に、例えば蒸落 法により二核化ケイ素よりな名絶縁膜13を成域し、p 個コンタクト届27に対応して加口を設け、p回コンタクト届27と対応して加口を設け、p回コンタクト届27に対応して加口を設け、p回コンタクト居27の表面が素着し、合金化してn側電極15を形成する。また、p個コンタクト居27の表面はよびその近傍に、例えばパラジウム,自会および金を順次蒸省し、p回電極14をそれぞれ形成したのも、基板11を所定の大きさに整え、p回コンタクト届27の長さ方向において対向する一対の共振器端面に図示しない反射鏡膜を形成する。これにより、図1に37に半導体レーザが完成する。これにより、図1に37に半導体レーザが完成する。

[0050]この半導体レーザは次のように作用する。 [0051]この半導体レーザでは、p側道極14とn 個電極15との間に所定の電圧が印加されると、活性層 24に電流が注入され、電子一正孔再結合により選光が 起こる。この光は、図示しない反射鏡膜により反射され、その間を住位レーザ発板を生じ、レーザビームと して外部に射出される。ここでは、半導体層20が基板 11の種結晶部11aを基礎として成長したものであるので、半導体属20の転位密度が低くなっている。特 に、核方向成及倒域に対応して活性層24の電流注入領域が設けられれば、電流注入領域の転位密度は1、 域が設けられれば、電流注入領域の転位密度はより低くなる。よって、素子の劣化が起こりにくく、寿命が延長

【0052】また、成長却止層12が半導体層20(主として活性層24)において発生した光を反射または吸収する機能を有するように構成されれば、成長却止尾12により基板11側における光の弱れが防止される。更に、半導体レーザをパッケージなどに収納しておいる場合には、射出されたレーザ光の一部はパッケージ内において反射され、選光となって半導体レーザに戻ってくるが、成長却止層12により基板11側から進入する送水が減減される。よって、イズの発生が抑制され、出力が強度される。よって、イズの発生が抑制され、出力が強などの特性が役等される。従って、低出力の半導体が一部にないます。

レーザについても安定した緊動が確保される。 【0053】このように本実施の形態によれば、基板1 1に突状の種結晶節11gを設けると共に、種結晶節1

1 a に対応して関口を有する成長均止層 1 2 を設け、積結晶的 1 1 a を基礎として半導体層 2 0 を成長させるようにしたので、半導体層 2 0 の転位密度を低減し、結晶性を向上させることができる。よって、電圧の自加による劣化が起こりにく、・半導体レーザの基命を延長させることができる。また、貸通転位などに超因する非発光ることができる。また、貸通転位などに超因する非発光有法もの割合を小さくすることができ、発光効率を向上させることができる。

[0054]特に、成長却止層12に、種結晶節11aに治って根元を覆う立ち上がり部分を設け、成長却止層12とパッファ層21との間に関係を設けるようにしたので、植結晶部11aを基礎としてパッファ層21を成長させる際に、パッフ・層21と成長却止属12とが接触することを防止できる。よって、半導体層20における質型転位の密度を低くすることができると共に、結晶軸の語らぎを低減することができる。

2

【0055】また、成長却止層12が半導体層20において発生した光を反対または吸収する機能を有するように構成すれば、基板11個から光が強わるのを防止することができると共に、基板11個から送光が進入するのを防止することができる。よって、ノイズの発生を防止でき、出力変動などの特性を改善することができる。従って、低出力の半導体レーザについても安定した駆動を確保することができる。

20

[0056] 更に、被方向成長領域に対応して活性層2 4の電流注入領域を設けるようにすれば、発光効率をより向上させることができ、種結晶部11aと会合部Bとの間の領域に対応して電流注入領域を設けるようにすれば、発光効率を更に向上させることができる。加えて、30種結晶部11aからALI以上離れ、かつ会合部BからAL以上離れて電流注入領域を設けるようにすれば、または、種結晶部11aおよび会合部Bからそれぞれの、93μ以上から離れた領域内に対応して電流注入領域を設けるようにすれば、より高い効果を得ることができる。

[0057]以上、実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、種々変形可能である。例えば、上記実施の形態では、複数の帯状の種結晶部11aを備える場合について説明したが、素子の大きさによっては凝終的に1つしが備えていない場合もある。また、種結晶部の形状は、符子状あるいは島状などでもよい。

40

[0058]また、上記実施の形像では、福結温部11aを基板11の [0001] 面に設けるようにしたが、他の結晶面に設けるようにしてもよく、種結晶部11aも外1または外2に示した方向に延長させて形成するようにしたが、他の方向に延長させて形成するよう。

【0059】更に、上記実施の形態では、サファイアな どよりなる成長用基体の上に成長させることにより形成

13

8

した基板11を用いる場合について説明したが、本発明は、他の方法により作製された基板を用いる場合についても同様に適用することができる。

【0060】加えて、上記実施の形像では、マスク層3 1を除去した後にパッファ層21を形成するようにした が、確結晶節11aの上のマスク層31を除立せずにパッファ層21を形成するようにしてもよい。これによ り、頂弧転位M1がマスク層31により運防され、種結 晶節11aからの頂弧転位M1の低層が防止される。よ って、パッファ層21には会合に程因する頂弧転位M1 を除き結晶欠陥がほとんど存在せず、優れた結晶性を有する半導体隔20を得ることができる。但し、パッファ層21を成長させる際に、マスク層31の構成材料が不純物としてパッファ層21の中に混入してしまい、半導体レーザの特性を劣化させるおそれもあるので、使用目的などに応じて適宜の製造方法を選択することが好まし 【0061】更にまた、上記実施の形態では、半導体レーザの構成について具体的に倒を挙げて説明したが、本発明は、他の構造を有する半導体レーザについても回接に適用することができる。例えば、図りに示したように、バッファ層21に代えて、例えば1型GaNよりなるの個コンタクト層41を形成し、10個電極15を基板11に対してり回電極14と同一個に設けるようにしてもよい。この場合、基板11は、1型GaNにより構成してもよく、不純物を活加しない。GaNにより構成してもよい。

[0062]また、例えば、n型ガイド届23およびp型ガイド届25を備えていなくてもよく、活性居24とp型ガイド届25との間に劣化防止温を備えていてもよい。更に、上記実施の形態では、利得導放型と屈折半導波型とを組み合わせたリッジ導波型の半導体レーザな的に挙げて説明したが、利得導波型の半導体レーザなどの風折率等波型の半導体レーザなどの風折率等を型の半導体レーザなどの上がすてものできる。ことができる。

【0063】加えてまた、上記実施の形態では、MOCVD法により半導体層20を成長させるようにしたが、MBE (Molecular Beam Epitaxy:分子線エピタキシー) 法, ハイドライド気相成長法あるいはハライド気相成長法などの他の気相成長法により形成するようにして成長法などの他の気相成長法により形成するようにして

[0064]更にまた、上記実施の形態では、半導体法子として半導体レーザを具体例に挙げて説明したが、本発明は、発光ダイオードあるいは電界効果トランジスタなどの他の半導体表子についても適用することができ

[0065]

【発明の効果】以上説明したように結水項1ないし結水項5のいずれか1に記載の半導体レーザまたは結氷項6記載の半導体な一十または結氷項6記載の半導体系子によれば、突状の猛結晶部11aを右

すると共に、種結晶的に対応して閉口を有する成長的止 届を備え、種結晶的を基礎として半導体層を成長させる ようにしたので、半導体層の転位密度を低減し、結晶性 を向上させることができる。よって、素子の特性を向上 させることができるという効果を奏する。 [0066]特に、請求項2記載の半導体レーザによれば、成長却止層と半導体層との間に間隙を有するようにしたので、半導体層が成長する際に成長却止層と接触し、転位などが発生してしまうことを防止できる。よって、四連転位の密度をより低くすることができると共に、結晶軸の語らぎを低減することができるという効果

[0067] また、温水項3記載の半導体レーザによれば、成長却止悩が半導体層において発生した光を反射または吸収する機能を有するようにしたので、基板側から光が強わるのを防止することができると共に、基板側から送光が進入するのを防止することができる。よって、ノイズの発生を防止でき、出力変動などの特性を改善することができる。 従って、低出力の半導体レーザについても安定した部かを確保することができるという効果を

【のの68】更に、諸水項4または諸水項5に記載の半 専作レーザによれば、核力向成長領域に対応して活性層 の電流は入領域を設けるようにしたので、また、種結晶 部と会合部との間の領域に対応して電流は入領域を設け るようにしたので、発光効率をより向上させることがで きるという効果を禁する。

[0069]加えて、油水項でないしは水項のいずれか1に記載の半導体レーザの製造方法または請求項10 記載の半導体素子の製造方法によれば、拡板に突状の種結晶部の形成し、種結晶部に対応して関口を有する成長 抑止層を形成したのち、種結晶部を基礎として半導体層を成長させるようにしたので、容易に高い結晶性を有する半導体協全製造することができ、本発明の半導作レーザおよび半導体素子を容易に製造することができるという数果を参する。

[図面の簡単な説明]

[図1] 本発明の一実施の形態に係る半導体素子である 半導体レーザの構成を表す断面図である。

+ 4.4 F 7.5 F

[図3] 図1に示した半導体レーザの製造工程を表す断面図である。

[図4] 図3に続く製造工程を表す断面図である。

[図5] 図4に続く製造工程を表す断面図である。 [図6] 図5に続く製造工程を表す断面図である。

[図7] 図1に示した半導体レーザの変形例を表す断面 図である。

[符号の説明]

20

11…基板、11a…種結晶部、12…成長抑止層,1

20

-8-

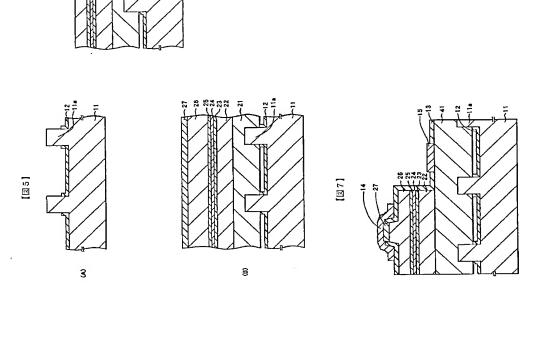


છ

9

Ø

9



特開2002-76518

(10

特開2002-76518

6

層、26…p型クラッド層、27…p個コンタクト層、 41…n側コンタクト層、B…会合即、C…端部、

Mı, M2 … 艾通転位

13 …絶縁既、14 …p 側電極、15 …n 側電極、20 … 半導体層、21 …パッファ層、22 …n型クラッド層、 23 …n型ガイド層、24 …活性層、25 …p型ガイド

91

[9 🖾

